

3

日本国特許庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

J1046 U.S. PTO  
09/815661  
03/23/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application:

2000年 3月27日

出願番号  
Application Number:

特願2000-085917

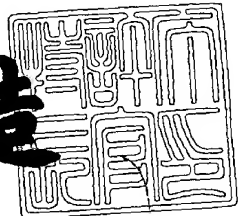
出願人  
Applicant(s):

株式会社半導体エネルギー研究所

2001年 2月 2日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3004101

【書類名】 特許願

【整理番号】 P004807

【提出日】 平成12年 3月27日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 31/12

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内

【氏名】 山崎 舜平

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内

【氏名】 福永 健司

【特許出願人】

【識別番号】 000153878

【氏名又は名称】 株式会社半導体エネルギー研究所

【代表者】 山崎 舜平

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 002543

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 発光装置の作製方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

絶縁体の上に陽極を形成する工程、該陽極の上に E L 層を形成する工程、該 E L 層にプラズマ処理を行う工程、該プラズマ処理を施した E L 層の上に陰極を形成する工程を含むことを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項 2】

請求項 1 において、前記プラズマ処理は周期表の 1 族もしくは 2 族に属する元素を含むガスをプラズマ化して行われることを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項 3】

絶縁体の上に陽極を形成する工程、該陽極の上に E L 層を形成する工程、該 E L 層の上に陰極を形成する工程を含み、

前記 E L 層を形成する工程の途中に該 E L 層にプラズマ処理が施されることを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項 4】

請求項 3 において、前記プラズマ処理は、前記 E L 層の L U M O 準位を低くする元素もしくは前記 E L 層の H O M O 準位を高くする元素を含むガスをプラズマ化して行われることを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項 5】

絶縁体の上に陰極を形成する工程、該陰極の上に E L 層を形成する工程、該 E L 層にプラズマ処理を行う工程、該プラズマ処理を施した E L 層の上に陽極を形成する工程を含むことを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項 6】

請求項 4 において、前記プラズマ処理はハロゲン元素を含むガスをプラズマ化して行われることを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項 7】

絶縁体の上に陰極を形成する工程、該陰極の上に E L 層を形成する工程、該 E L 層の上に陽極を形成する工程を含み、

前記 E L 層を形成する工程の途中に該 E L 層にプラズマ処理が施されることを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項 8】

請求項 7 において、前記プラズマ処理は、前記 E L 層の L U M O 準位を低くする元素もしくは前記 E L 層の H O M O 準位を高くする元素を含むガスをプラズマ化して行われることを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項 9】

請求項 1 乃至請求項 8 のいずれか一において、前記絶縁体は T F T を覆って形成されることを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項 1 0】

請求項 1 乃至請求項 9 のいずれか一において、前記 E L 層は燐光を発する有機材料を含むことを特徴とする発光装置の作製方法。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電極間に発光性材料を挟んだ素子（以下、発光素子という）を有する装置（以下、発光装置という）およびその作製方法に関する。特に発光性材料として E L (Electro Luminescence) が得られる発光性材料（以下、E L 材料という）を利用した発光素子（以下、E L 素子という）を用いた発光装置（以下、E L 発光装置）に関する。

【 0 0 0 2】

【従来の技術】

E L 発光装置は、陽極と陰極との間に E L 材料を挟んだ構造の E L 素子を有した構造からなる。この陽極と陰極との間に電圧を加えて E L 材料中に電流を流すことによりキャリアを再結合させて発光させる。即ち、E L 発光装置は発光素子自体に発光能力があるため、液晶表示装置に用いるようなバックライトが不要である。さらに視野角が広く、軽量であるという利点をもつ。

【 0 0 0 3】

E L 素子に用いる E L 材料（E L 層）はイーストマン・コダック社の Tangらが

提唱した 3 層、4 層の積層構造が現在の主流となっている。この構造は E L 層を機能分離して、電荷輸送層と発光層とを分けた点に特徴がある。

【 0 0 0 4 】

ところが、最近では素子構成が多層化することによって製造面でプロセスの複雑化を招き、製造コストが増加する懸念が指摘されている。その流れの中で、発光層に対して特定の不純物元素を添加し、電子輸送層や電子注入層として用いることで積層数を低減するという試みがなされている。

【 0 0 0 5 】

例えば、出光興産株式会社では、発光層（ジスチルアリーレン誘導体）の表面付近に仕事関数の小さいセシウム（C s）等を共蒸着により含ませ、その添加領域を電子輸送層として用いることを提案している。（第 6 回 F P D セミナー講演予稿集，pp.83-88，電子ジャーナル主催）

【 0 0 0 6 】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、上記 E L 素子の多層化における問題点を鑑みてなされたものであり、E L 素子の性能を維持若しくは向上させつつ、積層数を低減するための技術を提供することを課題とする。

【 0 0 0 7 】

そして、E L 発光装置の製造コストを低減し、安価な E L 発光装置を提供することを課題とする。さらに、それを表示部として用いた電気器具の製品コストを低減することを課題とする。

【 0 0 0 8 】

【課題を解決するための手段】

本発明は、E L 層に対して特定の効果を促進させる元素（以下、特定元素という）を添加することにより、その添加領域をキャリア注入領域、キャリア輸送領域もしくはキャリア阻止領域として機能させ、E L 層の積層数を低減する点に特徴がある。また、その元素を添加する際にはプラズマ処理を用いる点にも特徴がある。なお、本明細書において E L 層とは、E L 素子において発光に寄与する絶縁層を指し、発光層、キャリア輸送層もしくはキャリア注入層をも含む。

## 【 0 0 0 9 】

本発明では、E L 層の劣化を招かないように高真空化もしくは不活性雰囲気内で全ての処理を行う。こうすることでE L 層の劣化を招くことなくE L 層の正孔輸送性若しくは電子輸送性を高めることが可能となる。そのため、E L 層の成膜およびプラズマ処理は、様々な処理室を一体化したマルチチャンバー方式（クラスターツール方式ともいう）の成膜装置若しくはインライン方式の成膜装置を用いて行うことが望ましい。

## 【 0 0 1 0 】

ここで本発明の典型的な例を図1に示す。図1に示した工程は、本発明を実施してE L 層にキャリア注入領域を形成する場合の例である。

## 【 0 0 1 1 】

まず、図1（A）に示すように、絶縁体101上に電極（a）102を形成する。絶縁体101は絶縁膜であっても良いし、絶縁基板であっても良い。また、電極（a）102はE L 素子の陽極もしくは陰極となる電極であり、陽極であれば仕事関数が4.5～5.5の導電膜、陰極であれば仕事関数が2.0～3.5の導電膜を用いれば良い。なお、電極（a）102の膜厚は100～300nm（好ましくは120～200nm）とする。

## 【 0 0 1 2 】

次に、電極（a）102上にE L 層103を形成する。E L 層103は有機E L 材料もしくは無機E L 材料を用いることが可能であり、有機E L 材料ならば高分子もしくは低分子のいずれを用いても良い。本発明はE L 層103に関わらず実施することが可能であるのでE L 層103として公知のどのような材料を用いても構わない。なお、E L 層103の膜厚は30～150nm（好ましくは50～80nm）とする。

## 【 0 0 1 3 】

次に、図1（B）に示すように、プラズマ処理を行い、特定元素をE L 層103中に添加する。ここで特定元素とは、E L 層中に添加することによってE L 層に特定の効果を持たせる元素であり、E L 層のキャリア注入性、キャリア輸送性もしくはキャリア阻止性を高める効果を示す元素である。

## 【 0 0 1 4 】

ここではキャリア注入性を持たせる元素を添加することにより、キャリア注入領域 1 0 4 を形成する。キャリア注入性を持たせる元素としては、電子注入性を高めるならば周期表の 1 族もしくは 2 族に属する元素を添加する。また、正孔注入性を高めるならばハロゲン元素を添加すれば良い。

## 【 0 0 1 5 】

このとき、添加方法としてはプラズマ処理を行う。即ち、特定元素を含むガスをプラズマ化し、そのプラズマ中に E L 層 1 0 3 が晒せば良い。プラズマ処理の利点は、E L 層の表面に特定元素を付着させるか、E L 層の表面近傍、即ち表面から 0 . 5 ~ 1 0 n m (好ましくは 1 ~ 3 n m) の深さまでの範囲に選択的に特定元素を添加できる点にある。この深さはプラズマ処理の R F 電力を調節することで制御できる。

## 【 0 0 1 6 】

なお、プラズマ処理により特定元素を添加した場合、電極 ( a ) 1 0 2、E L 層 1 0 3 および電極 ( b ) 1 0 5 の積層構造における S I M S (質量二次イオン分析) の濃度プロファイルは図 1 ( D ) のようになる。

## 【 0 0 1 7 】

こうしてプラズマ処理を行って E L 層 1 0 3 中に特定元素を添加したら、次に図 1 ( C ) に示すように、電極 ( b ) 1 0 5 を形成する。電極 ( b ) 1 0 5 は E L 素子の陽極もしくは陰極となる電極であり、陽極であれば仕事関数が 4 . 5 ~ 5 . 5 の導電膜、陰極であれば仕事関数が 2 . 0 ~ 3 . 5 の導電膜を用いれば良い。なお、電極 ( a ) 1 0 2 の膜厚は 1 0 0 ~ 3 0 0 n m (好ましくは 1 2 0 ~ 2 0 0 n m) とする。

## 【 0 0 1 8 】

こうして、電極 ( a ) 1 0 2、E L 層 1 0 3 (キャリア注入領域 1 0 4 を含む。) および電極 ( b ) 1 0 5 からなる E L 素子が形成される。

## 【 0 0 1 9 】

また、特定元素として E L 層にキャリア阻止性を高める効果を持たせる元素を添加する場合の例について図 2 を用いて説明する。ここでは E L 層を成膜してい

く途中でプラズマ処理が行われる点に特徴がある。

【 0 0 2 0 】

まず、図 2 (A) に示すように、絶縁体 2 0 1 上に電極 (a) 2 0 2 を形成する。次に、電極 (a) 2 0 2 上に E L 層 2 0 3 を途中まで形成する。次に、途中まで形成された E L 層 2 0 3 に対してプラズマ処理を行い、特定元素を E L 層 2 0 3 中に添加する。ここではキャリア阻止性を持たせる元素を添加することにより、キャリア阻止領域 (a) 2 0 4 を形成する。

【 0 0 2 1 】

キャリア阻止性とは、キャリアの移動を妨げる方向に働く元素であり、E L 層のバンドギャップを変えてキャリアを捕獲する領域もしくはキャリアにとって障壁となる領域を形成する元素である。但し、キャリア阻止領域 (a) 2 0 4 の場合、電極 (a) 2 0 2 から注入されたキャリアにとっては何ら機能しないが、電極 (b) 2 0 6 から注入されたキャリアにとって阻止性を持つ。

【 0 0 2 2 】

次に、図 2 (B) に示すように、キャリア阻止領域 (a) 2 0 4 上に再び E L 層 2 0 3 を形成する。次に、E L 層 2 0 3 に対してプラズマ処理を行い、特定元素を E L 層 2 0 3 中に添加する。ここでは再びキャリア阻止性を持たせる元素を添加することにより、キャリア阻止領域 (b) 2 0 5 を形成する。但し、キャリア阻止領域 (b) 2 0 5 の場合、電極 (b) 2 0 6 から注入されたキャリアにとっては何ら機能しないが、電極 (a) 2 0 2 から注入されたキャリアにとって阻止性を持つ。

【 0 0 2 3 】

次に、図 2 (C) に示すように、キャリア阻止領域 (b) 2 0 5 上に再び E L 層 2 0 3 を形成する。そして、その上に電極 (b) 2 0 6 を形成する。こうして、電極 (a) 2 0 2、E L 層 2 0 3 (キャリア阻止領域 (a) 2 0 4 もしくはキャリア阻止領域 (b) 2 0 5 を含む。) および電極 (b) 2 0 6 からなる E L 素子が形成される。

【 0 0 2 4 】

なお、ここではキャリア阻止領域を二カ所に設けた例を示しているが、どちら



か片方であっても構わない。また、図 1 に示した構成と組み合わせて実施することも可能である。さらに、公知のキャリア輸送層もしくはキャリア注入層と組み合わせて実施することも可能である。

## 【 0 0 2 5 】

図 2 に示す作製工程によりキャリア阻止領域を形成すると、図 3 に示すようなバンド構造の EL 素子を得ることができる。即ち、特定の領域にキャリアである電子及び正孔を閉じ込めることで再結合する確率を増加させ、再結合効率を高めることができる。

## 【 0 0 2 6 】

図 3 (A) において、3 0 1 は陰極、3 0 2 は電子輸送層、3 0 3 は発光層、3 0 4 は正孔輸送層、1 0 5 は陽極である。即ち、電子輸送層 3 0 2、発光層 3 0 3 および正孔輸送層 3 0 4 を含めて図 2 の EL 層 2 0 3 に相当する。ここで発光層 3 0 3 の内部には、電子捕獲領域 (Electron Trap Region) 3 0 6、正孔捕獲領域 (Hole Trap Region) 3 0 7 が形成される。即ち、電子捕獲領域 3 0 6 および正孔捕獲領域 3 0 7 が図 2 のキャリア阻止領域 (a) 2 0 4 もしくはキャリア阻止領域 (b) 2 0 5 のいずれかに相当する。

## 【 0 0 2 7 】

ここで、電子捕獲領域 3 0 6 は、発光層 3 0 3 の最低非占有分子軌道 (LUMO) 準位を輸送されてきた電子を発光層内に閉じ込める作用を有する領域であり、発光層 3 0 3 の LUMO 準位よりも低い LUMO 準位を示す領域を指す。また、正孔捕獲領域 3 0 7 は、発光層 3 0 3 の最高占有分子軌道 (HOMO) 準位を輸送されてきた正孔を発光層内に閉じ込める作用を有する領域であり、発光層 3 0 3 の HOMO 準位よりも高い HOMO 準位を示す領域を指す。

## 【 0 0 2 8 】

電子捕獲領域 3 0 6 は、発光層 3 0 3 の LUMO 準位を低くするように作用する元素を添加することにより形成することができる。また、正孔捕獲領域 3 0 7 は、発光層 3 0 3 の HOMO 準位を高くするように作用する元素を添加することにより形成することができる。

## 【 0 0 2 9 】

図 3 (A) に示したようなバンド構造とすると、図 3 (B) に示すようなキャリア注入過程となる。即ち、LUMO準位を輸送されてきた電子 3 0 8 は発光層 3 0 3 の内部に設けられた電子捕獲領域 3 0 6 に閉じ込められる。一方でHOMO準位を輸送されてきた正孔 3 0 9 は正孔捕獲領域 3 0 7 に閉じ込められる。その結果、電子捕獲領域 3 0 6 と正孔捕獲領域 3 0 7 との間で電子 3 0 8 と正孔 3 0 9 の再結合が起こり、発光が得られる。このとき、本発明では電子もしくは正孔が捕獲領域に閉じ込められた状態で再結合が行われるため、再結合効率を従来よりも向上させることができる。

#### 【 0 0 3 0 】

従って、従来と同じ輝度を得るにもEL素子の駆動電圧を低く設定することができるため、発光装置の低消費電力化が図れる。さらに、駆動電圧を下げることでEL層の劣化が抑制され信頼性が向上する。

#### 【 0 0 3 1 】

##### 【発明の実施の形態】

本発明の実施の形態について、以下に示す実施例でもって詳細な説明を行うこととする。

#### 【 0 0 3 2 】

##### 【実施例】

##### 〔実施例 1〕

本実施例では、画素電極側に光を透過するアクティブマトリクス型のEL発光装置に本発明を用いた例を示す。まず、絶縁膜を表面に成膜した基板 4 0 1 上に公知の方法でpチャネル型TFT 4 0 2、4 0 3を形成する。なお、本実施例ではプレーナ型TFTを例に挙げているが、TFT構造を限定するものではない。即ち、逆スタガ型TFTを用いても良い。

#### 【 0 0 3 3 】

次に、pチャネル型TFT 4 0 2、4 0 3の各々に対して電氣的に接続された画素電極 4 0 4、4 0 5を形成する。画素電極 4 0 4、4 0 5としてはEL素子の陽極として機能するため仕事関数の大きい材料を用いる。従って本実施例では可視光に対して透明な酸化物導電膜（酸化インジウム、酸化スズもしくは酸化亜

鉛からなる膜またはこれらを組み合わせた化合物膜）を用いる。この酸化物導電膜にはガリウムを添加しても良い。（図 4（A））

#### 【0034】

次に、画素電極 404、405 の端部を囲むようにバンク 406、407 を樹脂膜で形成し、その上に EL 層 408 を形成する。本実施例ではバンク 406、407 をアクリル膜で形成し、EL 層 408 をスピンコート法により形成する。EL 層 408 の材料としては、高分子有機材料であるポリフルオレンを用いる。もちろん、ポリフルオレンに蛍光物質を添加して色度制御を行っても良い。（図 4（B））

#### 【0035】

次に、EL 層 408 に対してプラズマ処理を行い、電子注入領域 409 を形成する。プラズマ処理は、処理室内に周期表の 1 族もしくは 2 族に属する元素（典型的にはリチウム、ベリリウム、ナトリウム、マグネシウム、カリウム、カルシウム、セシウムもしくはバリウム）を含むガスを流し、電極間にプラズマを形成して、そのプラズマに EL 層 408 を晒すことにより行われる。このとき、EL 層 408 の温度上昇を防ぐために電極を冷却しつつ処理を行うことが好ましい。（図 4（C））

#### 【0036】

次に、陰極 410 としてアルミニウムとリチウムとを共蒸着した合金膜を 300 nm の厚さに形成し、さらにその上にパッシベーション膜 411 として窒化珪素膜をスパッタ法により形成する。これに炭素膜、具体的には DLC（ダイヤモンドライクカーボン）膜を積層することも有効である。

#### 【0037】

以上のようにして、図 4（D）に示す構造の発光装置が完成する。この後は、EL 素子が外気に触れないように、EL 素子を樹脂で封入するか、EL 素子を密閉空間に封入すれば良い。こうして得た EL 発光装置は、作製工程が簡略化されているため歩留まりも高く、さらに EL 材料の使用量が従来よりも少なくて済むので製造コストを低減することができる。

#### 【0038】

なお、本実施例ではアクティブマトリクス型の発光装置に図1で説明した構成を実施した例を示しているが、EL層408に対して図2で説明した構成を実施することも可能である。

#### 【0039】

また、本実施例に示した発光装置の表示面（画像を観測する面）に偏光板を設けても良い。この偏光板は、外部から入射した光の反射を抑え、観測者が表示面に映り込むことを防ぐ効果を有する。一般的には円偏光板が用いられている。但し、EL層から発した光が偏光板により反射されて内部に戻されることを防ぐため、屈折率を調節して内部反射の少ない構造とすることが望ましい。

#### 【0040】

##### 〔実施例2〕

本実施例では、画素電極側で光を反射するアクティブマトリクス型のEL発光装置に本発明を用いた例を示す。まず、絶縁膜を表面に成膜した基板501上に公知の方法でnチャネル型TFT502、503を形成する。なお、本実施例ではプレーナ型TFTを例に挙げているが、TFT構造を限定するものではない。即ち、逆スタガ型TFTを用いても良い。

#### 【0041】

このとき、nチャネル型TFT502、503の各々においてドレイン配線を画素電極504、505として用いる。本実施例の場合、画素電極504、505にて発光を反射する必要があるから、画素電極504、505としては反射性の高い金属膜を用いる。また、同時にEL素子の陰極としても機能するため仕事関数の小さい材料を含む金属膜を用いる。本実施例では、アルミニウムとリチウムを含む合金膜を用いる。（図5（A））

#### 【0042】

次に、画素電極504、505の端部を囲むようにバンク506、507を樹脂膜で形成し、その上にEL層508を形成する。本実施例ではバンク506、507をアクリル膜で形成し、EL層508を蒸着法により形成する。EL層508の材料としては、低分子有機材料であるAlq<sub>3</sub>（トリス-8-キノリノラトアルミニウム錯体）用いる。もちろん、Alq<sub>3</sub>に蛍光物質を添加して色度制

御を行っても良い。(図 5 (B))

【0043】

次に、EL層508に対してプラズマ処理を行い、正孔注入領域509を形成する。プラズマ処理は、処理室内にハロゲン元素(典型的にはフッ素、塩素、臭素もしくは沃素)を含むガスを流し、電極間にプラズマを形成して、そのプラズマにEL層508を晒すことにより行われる。このとき、EL層508の温度上昇を防ぐために電極を冷却しつつ処理を行うことが好ましい。(図5(C))

【0044】

次に、陽極510として酸化亜鉛に酸化ガリウムを添加した酸化物導電膜300nmの厚さに形成し、さらにその上にパッシベーション膜511として窒化珪素膜をスパッタ法により形成する。これに炭素膜、具体的にはDLC(ダイヤモンドライクカーボン)膜を積層することも有効である。

【0045】

以上のようにして、図5(D)に示す構造の発光装置が完成する。この後は、EL素子が外気に触れないように、EL素子を樹脂で封入するか、EL素子を密閉空間に封入すれば良い。こうして得たEL発光装置は、作製工程が簡略化されているため歩留まりも高く、さらにEL材料の使用量が従来よりも少なくて済むので製造コストを低減することができる。

【0046】

なお、本実施例ではアクティブマトリクス型の発光装置に図1で説明した構成を実施した例を示しているが、EL層508に対して図2で説明した構成を実施することも可能である。

【0047】

〔実施例3〕

本実施例では、基板を通して光を放射するパッシブマトリクス型のEL発光装置に本発明を用いた例を示す。まず、絶縁膜を表面に成膜した基板601上に陽極602を形成する。本実施例では陽極602として酸化インジウムと酸化スズとの化合物からなる酸化物導電膜を用いる。(図6(A))

【0048】

この陽極 6 0 2 は紙面と平行な方向に帯状に形成され、それが紙面に垂直な方向にストライプ状に並んでいる。この構造は公知のパッシブマトリクス型発光装置と同様である。

## 【 0 0 4 9 】

次に、陽極 6 0 2 に直交するように隔壁 6 0 3 を形成する。隔壁 6 0 3 は陰極となる金属膜を分離するために設けられる。本実施例では二層の樹脂膜を用い、T 字型になるように加工する。このような構造は上層に比べて下層のエッチングレートが速い条件でエッチングを行えば得ることができる。

## 【 0 0 5 0 】

次に、E L 層 6 0 4 を形成する。本実施例では E L 層 6 0 4 を蒸着法により形成する。E L 層 6 0 4 の材料としては、低分子有機材料である  $Alq_3$  (トリス-8-キノリノラトアルミニウム錯体) 用いる。もちろん、 $Alq_3$  に蛍光物質を添加して色度制御を行っても良い。

## 【 0 0 5 1 】

次に、E L 層 6 0 4 に対してプラズマ処理を行い、電子注入領域 6 0 5 を形成する。プラズマ処理は、処理室内に周期表の 1 族もしくは 2 族に属する元素 (典型的にはリチウム、ベリリウム、ナトリウム、マグネシウム、カリウム、カルシウム、セシウムもしくはバリウム) を含むガスを流し、電極間にプラズマを形成して、そのプラズマに E L 層 6 0 4 を晒すことにより行われる。このとき、E L 層 6 0 4 の温度上昇を防ぐために電極を冷却しつつ処理を行うことが好ましい。

(図 6 (B))

## 【 0 0 5 2 】

次に、陰極 6 0 6 としてアルミニウムとリチウムとを共蒸着した合金膜を 3 0 0 n m の厚さに形成する。このとき、陰極 6 0 6 は隔壁 6 0 3 に沿って分離され、紙面奥に向かって帯状に形成され、ストライプ状に並んで形成される。さらにその上にパッシベーション膜 6 0 7 として樹脂膜をインクジェット法もしくは印刷法により形成する。これに炭素膜、具体的には D L C (ダイヤモンドライクカーボン) 膜を積層することも有効である。

## 【 0 0 5 3 】

以上のようにして、図 6 (C) に示す構造の発光装置が完成する。この後は、E L 素子が外気に触れないように、E L 素子を樹脂で封入するか、E L 素子を密閉空間に封入すれば良い。こうして得た E L 発光装置は、作製工程が簡略化されているため歩留まりも高く、さらに E L 材料の使用量が従来よりも少なくて済むので製造コストを低減することができる。

## 【 0 0 5 4 】

なお、本実施例ではパッシブマトリクス型の発光装置に図 1 で説明した構成を実施した例を示しているが、E L 層 6 0 4 に対して図 2 で説明した構成を実施することも可能である。

## 【 0 0 5 5 】

## 〔実施例 4〕

本実施例では、基板の上方に向けて光を放射するパッシブマトリクス型の E L 発光装置に本発明を用いた例を示す。まず、絶縁膜を表面に成膜した基板 7 0 1 上に陰極 7 0 2 を形成する。本実施例では陰極 7 0 2 としてアルミニウム膜に M g A g 膜（マグネシウムと銀を共蒸着した金属膜）を積層した構造の電極を用いる。（図 7 (A)）

## 【 0 0 5 6 】

この陰極 7 0 2 は紙面と平行な方向に帯状に形成され、それが紙面に垂直な方向にストライプ状に並んでいる。

## 【 0 0 5 7 】

次に、陰極 7 0 2 に直交するように隔壁 7 0 3 を形成する。隔壁 7 0 3 は陽極となる酸化物導電膜を分離するために設けられる。本実施例では二層の樹脂膜を用い、T 字型になるように加工する。このような構造は上層に比べて下層のエッチングレートが速い条件でエッチングを行えば得ることができる。

## 【 0 0 5 8 】

次に、E L 層 7 0 4 を形成する。本実施例では E L 層 7 0 4 を蒸着法により形成する。E L 層 7 0 4 の材料としては、低分子有機材料である A l q<sub>3</sub>（アルミキノリト錯体）を用いる。もちろん、A l q<sub>3</sub>に蛍光物質を添加して色度制御を行っても良い。

## 【 0 0 5 9 】

次に、E L 層 7 0 4 に対してプラズマ処理を行い、正孔注入領域 7 0 5 を形成する。プラズマ処理は、処理室内にハロゲン元素（典型的にはフッ素、塩素、臭素もしくは沃素）を含むガスを流し、電極間にプラズマを形成して、そのプラズマに E L 層 7 0 4 を晒すことにより行われる。このとき、E L 層 7 0 4 の温度上昇を防ぐために電極を冷却しつつ処理を行うことが好ましい。（図 7（B））

## 【 0 0 6 0 】

次に、陽極 7 0 6 として酸化インジウムと酸化亜鉛との化合物からなる酸化物導電膜を 3 0 0 n m の厚さに形成する。このとき、陽極 7 0 6 は隔壁 7 0 3 に沿って分離され、紙面奥に向かって帯状に形成され、ストライプ状に並んで形成される。さらにその上にパッシベーション膜 7 0 7 として樹脂膜をインクジェット法もしくは印刷法により形成する。これに炭素膜、具体的には D L C（ダイヤモンドライクカーボン）膜を積層することも有効である。

## 【 0 0 6 1 】

以上のようにして、図 7（C）に示す構造の発光装置が完成する。この後は、E L 素子が外気に触れないように、E L 素子を樹脂で封入するか、E L 素子を密閉空間に封入すれば良い。こうして得た E L 発光装置は、作製工程が簡略化されているため歩留まりも高く、さらに E L 材料の使用量が従来よりも少なくて済むので製造コストを低減することができる。

## 【 0 0 6 2 】

なお、本実施例ではパッシブマトリクス型の発光装置に図 1 で説明した構成を実施した例を示しているが、E L 層 7 0 4 に対して図 2 で説明した構成を実施することも可能である。

## 【 0 0 6 3 】

## 〔実施例 5〕

本発明の成膜装置について図 8 を用いて説明する。図 8 において、8 0 1 は搬送室（A）であり、搬送室（A）8 0 1 には搬送機構（A）8 0 2 が備えられ、基板 8 0 3 の搬送が行われる。搬送室（A）8 0 1 は減圧雰囲気になされており、各処理室とはゲートによって遮断されている。各処理室への基板の受け渡しは、



ゲートを開けた際に搬送機構（A）によって行われる。また、搬送室（A）801を減圧するには、油回転ポンプ、メカニカルブースターポンプ、ターボ分子ポンプ若しくはクライオポンプなどの排気ポンプを用いることが可能であるが、水分の除去に効果的なクライオポンプが好ましい。

【0064】

図8の成膜装置では、搬送室（A）801の側面に排気ポート804が設けられ、その下に排気ポンプが設置される。このような構造とすると排気ポンプのメンテナンスが容易になるという利点がある。

【0065】

以下に、各処理室についての説明を行う。なお、搬送室（A）801は減圧雰囲気となるので、搬送室（A）801に直接的に連結された処理室には全て排気ポンプ（図示せず）が備えられている。排気ポンプとしては上述の油回転ポンプ、メカニカルブースターポンプ、ターボ分子ポンプ若しくはクライオポンプが用いられる。

【0066】

まず、805は基板のセッティング（設置）を行うストック室であり、ロードロック室とも呼ばれる。ストック室805はゲート800aにより搬送室（A）801と遮断され、ここに基板103をセットしたキャリア（図示せず）が配置される。なお、ストック室805は基板搬入用と基板搬出用とで部屋が区別されていても良い。また、ストック室805は上述の排気ポンプと高純度の窒素ガスまたは希ガスを導入するためのパージラインを備えている。

【0067】

また、本実施例では基板803を、素子形成面を下向きにしてキャリアにセットする。これは後に気相成膜（スパッタまたは蒸着による成膜）を行う際に、フェイスダウン方式（デポアップ方式ともいう）を行いやすくするためである。フェイスダウン方式とは、基板の素子形成面が下を向いた状態で成膜する方式をいい、この方式によればゴミの付着などを抑えることができる。

【0068】

次に、806は搬送室（B）であり、ストック室805とはゲート800bを

介して連結され、搬送機構（B）807を備えている。また、808は焼成室（ベーク室）であり、ゲート800cを介して搬送室（B）806と連結している。なお、焼成室808は基板の面の上下を反転させる機構を有する。即ち、フェイスダウン方式で搬送されてきた基板はここで一旦フェイスアップ方式に切り替わる。これは次の液相成膜室809での処理がフェイスアップ方式で行えるようにするためである。また逆に、液相成膜室809で処理を終えた基板は再び焼成室808に戻ってきて焼成され、再び上下を反転させてフェイスダウン方式に切り替わり、ストック室805へ戻る。

#### 【0069】

ところで液相成膜室809はゲート800dを介して搬送室（B）806と連結している。液相成膜室809はEL材料を含む溶液を基板上に塗布することでEL材料を含む膜を形成する成膜室であり、なお、成膜されるEL材料は、発光層として用いるものだけでなく、電荷注入層、電荷輸送層もしくは電荷阻止層をも含む。また、公知の如何なるEL材料を用いても良い。

#### 【0070】

スピンコート法などの液相処理により成膜されるEL材料としては、PPV（ポリパラフェニレンビニレン）誘導体、PVK（ポリビニルカルバゾール）誘導体またはポリフルオレン誘導体が挙げられる。これは $\pi$ 共役ポリマーとも呼ばれる。また、電荷注入層としては、PEDOT（ポリチオフェン）またはPAni（ポリアニリン）が挙げられる。

#### 【0071】

また、液相成膜室809の内部は不活性雰囲気としておくことが望ましく、さらに不活性雰囲気を与圧（好ましくは2～3気圧）としておくことで液相成膜室809内の圧力を高め、酸素の混入を極力防ぐ手段をとっても良い。

#### 【0072】

次に、810で示されるのは本発明のプラズマ処理を行うプラズマ処理室であり、プラズマ処理室810はゲート800eにより搬送室（A）801と遮断される。プラズマ処理室はEL素子の作製プロセスによって様々に変えることができるが、本発明の用途以外にもEL素子の陽極となる酸化物導電膜表面の改善処

理に用いることも可能である。

#### 【0073】

次に、811は蒸着法またはスパッタ法により導電膜またはEL材料を形成するための気相成膜室であり、ゲート800fを介して搬送室(A)801に連結される。本実施形態では気相成膜室811として蒸着室を設けており、内部に複数の蒸着源を設置できる。また、抵抗加熱または電子ビームにより蒸着源を蒸発させ、成膜を行うことができる。

#### 【0074】

この気相成膜室811で形成される導電膜はEL素子の陰極側の電極として設けられる導電膜であり、仕事関数の小さい金属、代表的には周期表の1族もしくは2族に属する元素(代表的にはリチウム、マグネシウム、セシウム、カルシウム、カリウム、バリウム、ナトリウムもしくはベリリウム)またはそれらに近い仕事関数をもつ金属を蒸着できる。また、低抵抗な導電膜としてアルミニウム、銅もしくは銀を蒸着することもできる。さらに、透明導電膜として酸化インジウムと酸化スズとの化合物からなる導電膜や酸化インジウムと酸化亜鉛との化合物からなる導電膜を蒸着法により形成することも可能である。

#### 【0075】

また、気相成膜室811では公知のあらゆるEL材料(特に低分子系有機EL材料)を形成することが可能である。発光層の代表例としてはAlq<sub>3</sub>(トリス-8-キノリノラトアルミニウム錯体)もしくはDSA(ジスチルアリーレン誘導体)があり、電荷注入層の代表例としてはCuPc(銅フタロシアニン)、LiF(フッ化リチウム)もしくはacacK(カリウムアセチルアセトネート)があり、電荷輸送層の代表例としてはTPD(トリフェニルアミン誘導体)もしくはNPD(アントラセン誘導体)が挙げられる。

#### 【0076】

また、上記EL材料と蛍光物質(代表的には、クマリン6、ルブレン、ナイルレッド、DCM、キナクリドン等)とを共蒸着することも可能である。蛍光物質としては公知の如何なる材料を用いても良い。また、EL材料と周期表の1族または2族に属する元素とを共蒸着して発光層の一部に電荷輸送層または電荷注入

層としての役割をもたせることも可能である。なお、共蒸着とは、同時に蒸着源を加熱し、成膜段階で異なる物質を混合する蒸着法をいう。

## 【 0 0 7 7 】

いずれにしてもゲート 8 0 0 f によって搬送室 (A) 8 0 1 と遮断され、真空下で有機 E L 材料または導電膜の成膜が行われる。なお、成膜はフェイスダウン方式 (デポアップ方式) で行われる。

## 【 0 0 7 8 】

次に、8 1 2 は封止室 (封入室またはグローブボックスともいう) であり、ゲート 8 0 0 g を介して搬送室 (A) 8 0 1 に連結されている。封止室 8 1 2 では、最終的に E L 素子を密閉空間に封入するための処理が行われる。この処理は形成された E L 素子を酸素や水分から保護するための処理であり、シーリング材で機械的に封入する、又は熱硬化性樹脂若しくは紫外光硬化性樹脂で封入するといった手段を用いる。

## 【 0 0 7 9 】

シーリング材としては、ガラス、セラミックス、金属などの材料を用いることができるが、シーリング材側に光を出射する場合は透光性でなければならない。また、シーリング材と上記 E L 素子が形成された基板とは熱硬化性樹脂又は紫外光硬化性樹脂を用いて貼り合わせられ、熱処理又は紫外光照射処理によって樹脂を硬化させて密閉空間を形成する。この密閉空間の中に酸化バリウム等の乾燥剤や酸化防止剤を設けることも有効である。

## 【 0 0 8 0 】

また、シーリング材と E L 素子の形成された基板との空間を熱硬化性樹脂若しくは紫外光硬化性樹脂で充填することも可能である。この場合、熱硬化性樹脂若しくは紫外光硬化性樹脂の中に酸化バリウム等の乾燥剤を添加しておくことは有効である。

## 【 0 0 8 1 】

図 8 に示した成膜装置では、封止室 8 1 2 の内部に紫外光を照射するための機構 (以下、紫外光照射機構という) 8 1 3 が設けられており、この紫外光照射機構 8 1 3 から発した紫外光によって紫外光硬化性樹脂を硬化させる構成となつて

いる。なお、封止室 8 1 2 内の作業は、グローブを用いた手作業であっても構わないが、コンピュータ制御により機械的に行われるような構造となっていることが好ましい。シーリング材を用いる場合には、液晶のセル組み工程で用いられるようなシール剤（ここでは熱硬化性樹脂若しくは紫外光硬化性樹脂）を塗布する機構と、基板を貼り合わせる機構と、シール剤を硬化させる機構とが組み込まれていることが好ましい。

#### 【 0 0 8 2 】

また、封止室 8 1 2 の内部は排気ポンプを取り付けることで減圧することも可能である。上記封入工程をロボット操作で機械的に行う場合には、減圧下で行うことで酸素や水分の混入を防ぐことができる。また、逆に封止室 8 1 2 の内部を与圧とすることも可能である。この場合、高純度な窒素ガスや希ガスでパージしつつ与圧とし、外気から酸素等が侵入することを防ぐ。

#### 【 0 0 8 3 】

次に、封止室 8 1 2 には受渡室（パスボックス） 8 1 4 が連結される。受渡室 8 1 4 には搬送機構（C） 8 1 5 が設けられ、封止室 8 1 2 で E L 素子の封入が完了した基板を受渡室 8 1 4 へと搬送する。受渡室 8 1 4 も排気ポンプを取り付けることで減圧することが可能である。この受渡室 8 1 4 は封止室 8 1 2 を直接外気に晒さないようにするための設備であり、ここから基板を取り出す。

#### 【 0 0 8 4 】

以上のように、図 8 に示した成膜装置を用いることで完全に E L 素子を密閉空間に封入するまで外気に晒さずに済む。さらに、液相成膜室 8 0 9 では、酸素濃度が極端に低い不活性雰囲気にて有機 E L 材料の成膜を行うため、殆ど酸素のない状態での成膜が可能となる。以上のことから従来よりも信頼性の高い E L 発光装置を作製することが可能となる。

#### 【 0 0 8 5 】

##### 〔実施例 6〕

本発明において、三重項励起子からの燐光を発光に利用できる E L 材料を用いることで、外部発光量子効率を飛躍的に向上させることができる。これにより、E L 素子の低消費電力化、長寿命化、および軽量化が可能になる。

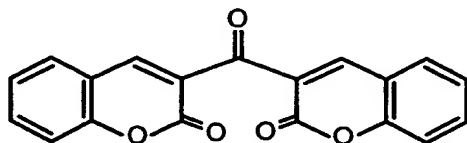
ここで、三重項励起子を利用し、外部発光量子効率を向上させた報告を示す。

(T.Tsutsui, C.Adachi, S.Saito, Photochemical Processes in Organized Molecular Systems, ed.K.Honda, (Elsevier Sci.Pub., Tokyo,1991) p.437.)

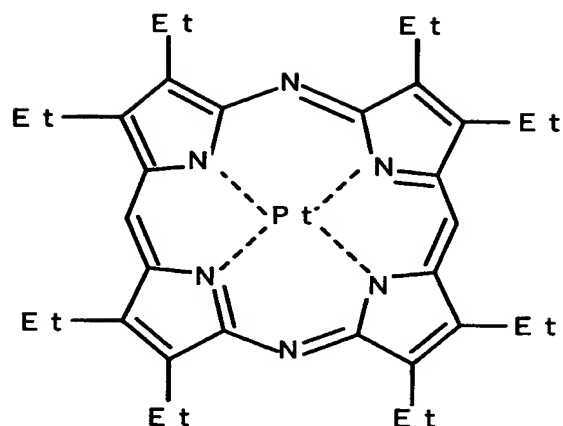
上記論文に報告された E L 材料 (クマリン色素) の分子式を以下に示す。

【 0 0 8 6 】

【化 1】



【化2】



【0089】

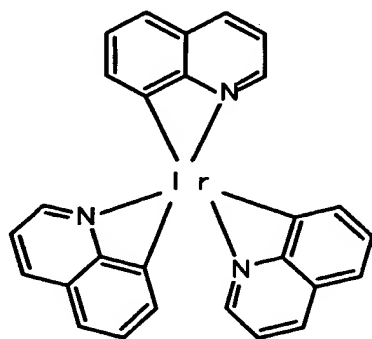
(M.A.Baldo, S.Lamansky, P.E.Burrows, M.E.Thompson, S.R.Forrest, Appl.Phys.Lett.,75 (1999) p.4.)

(T.Tsutsui, M.-J.Yang, M.Yahiro, K.Nakamura, T.Watanabe, T.tsuji, Y.Fukuda, T.Wakimoto, S.Mayaguchi, Jpn.Appl.Phys., 38 (12B) (1999) L1502.)

上記論文に報告されたEL材料(Ir錯体)の分子式を以下に示す。

【0090】

【化3】



## 【 0 0 9 1 】

以上のように三重項励起子からの燐光発光を利用できれば原理的には一重項励起子からの蛍光発光を用いる場合より 3 ～ 4 倍の高い外部発光量子効率の実現が可能となる。なお、本実施例の構成は、実施例 1 ～ 実施例 5 のいずれの構成とも自由に組み合わせて実施することが可能である。

## 【 0 0 9 2 】

## 〔実施例 7〕

本発明を実施して形成された発光装置は、自発光型であるため液晶表示装置に比べて明るい場所での視認性に優れ、しかも視野角が広い。従って、様々な電気器具の表示部として用いることができる。その際、本発明の発光装置はパッシブ型の発光装置でありながらも配線抵抗を減らすことで大画面化を可能としているため、用途も幅広いものとすることができる。

## 【 0 0 9 3 】

本発明の電気器具としては、ビデオカメラ、デジタルカメラ、ゴーグル型ディスプレイ（ヘッドマウントディスプレイ）、カーナビゲーションシステム、カーオーディオ、ノート型パーソナルコンピュータ、ゲーム機器、携帯情報端末（モバイルコンピュータ、携帯電話、携帯型ゲーム機または電子書籍）、記録媒体を備えた画像再生装置（具体的にはコンパクトディスク（CD）、レーザーディスク（LD）又はデジタルビデオディスク（DVD）等の記録媒体を再生し、その画像を表示しうるディスプレイを備えた装置）などが挙げられる。それら電気器具の具体例を図 9、図 10 に示す。

## 【 0 0 9 4 】

図 9（A）は EL ディスプレイであり、筐体 2 0 0 1、支持台 2 0 0 2、表示部 2 0 0 3 を含む。本発明の発光装置は表示部 2 0 0 3 に用いることができる。EL ディスプレイは自発光型であるためバックライトが必要なく、液晶ディスプレイよりも薄い表示部とすることができる。

## 【 0 0 9 5 】

図 9（B）はビデオカメラであり、本体 2 1 0 1、表示部 2 1 0 2、音声入力部 2 1 0 3、操作スイッチ 2 1 0 4、バッテリー 2 1 0 5、受像部 2 1 0 6 を含



む。本発明の発光装置は表示部 2 1 0 2 に用いることができる。

【 0 0 9 6 】

図 9 (C) はデジタルカメラであり、本体 2 2 0 1、表示部 2 2 0 2、接眼部 2 2 0 3、操作スイッチ 2 2 0 4 を含む。本発明の発光装置は表示部 2 2 0 2 に用いることができる。

【 0 0 9 7 】

図 9 (D) は記録媒体を備えた画像再生装置（具体的には DVD 再生装置）であり、本体 2 3 0 1、記録媒体（CD、LD または DVD 等） 2 3 0 2、操作スイッチ 2 3 0 3、表示部（a） 2 3 0 4、表示部（b） 2 3 0 5 を含む。表示部（a）は主として画像情報を表示し、表示部（b）は主として文字情報を表示するが、本発明の発光装置はこれら表示部（a）、（b）に用いることができる。なお、記録媒体を備えた画像再生装置には、CD 再生装置、ゲーム機器なども含まれうる。

【 0 0 9 8 】

図 9 (E) は携帯型（モバイル）コンピュータであり、本体 2 4 0 1、表示部 2 4 0 2、受像部 2 4 0 3、操作スイッチ 2 4 0 4、メモリスロット 2 4 0 5 を含む。本発明の電気光学装置は表示部 2 4 0 2 に用いることができる。この携帯型コンピュータはフラッシュメモリや不揮発性メモリを集積化した記録媒体に情報を記録したり、それを再生したりすることができる。

【 0 0 9 9 】

図 9 (F) はパーソナルコンピュータであり、本体 2 5 0 1、筐体 2 5 0 2、表示部 2 5 0 3、キーボード 2 5 0 4 を含む。本発明の発光装置は表示部 2 5 0 3 に用いることができる。

【 0 1 0 0 】

なお、将来的に EL 材料の発光輝度が高くなれば、出力した画像情報を含む光をレンズ等で拡大投影してフロント型若しくはリア型のプロジェクターに用いることも可能となる。

【 0 1 0 1 】

また、上記電子装置はインターネットや CATV（ケーブルテレビ）などの電

子通信回線を通じて配信された情報を表示することが多くなり、特に動画情報を表示する機会が増してきている。E L 材料の応答速度は非常に高いため、そのような動画表示を行うに適している。

#### 【 0 1 0 2 】

また、発光装置は発光している部分が電力を消費するため、発光部分が極力少なくなるように情報を表示することが望ましい。従って、携帯情報端末、特に携帯電話やカーオーディオのような文字情報を主とする表示部に発光装置を用いる場合には、非発光部分を背景として文字情報を発光部分で形成するように駆動することが望ましい。

#### 【 0 1 0 3 】

ここで図 1 0 ( A ) は携帯電話であり、本体 2 6 0 1、音声出力部 2 6 0 2、音声入力部 2 6 0 3、表示部 2 6 0 4、操作スイッチ 2 6 0 5、アンテナ 2 6 0 6 を含む。本発明の発光装置は表示部 2 6 0 4 に用いることができる。なお、表示部 2 6 0 4 は黒色の背景に白色の文字を表示することで携帯電話の消費電力を抑えることができる。

#### 【 0 1 0 4 】

また、図 1 0 ( B ) は車載用オーディオ（カーオーディオ）であり、本体 2 7 0 1、表示部 2 7 0 2、操作スイッチ 2 7 0 3、2 7 0 4 を含む。本発明の発光装置は表示部 2 7 0 2 に用いることができる。また、本実施例では車載用オーディオを示すが、据え置き型オーディオに用いても良い。なお、表示部 2 7 0 4 は黒色の背景に白色の文字を表示することで消費電力を抑えられる。なお、表示部 2 7 0 4 に用いる発光装置にスティックドライバを設ける場合は、数個に分割して設けることが好ましい。

#### 【 0 1 0 5 】

以上の様に、本発明の適用範囲は極めて広く、あらゆる分野の電気器具に用いることが可能である。また、本実施例の電気器具は実施例 1 ～ 6 の構成を自由に組み合わせた発光装置を用いることで得ることができる。

#### 【 0 1 0 6 】

【発明の効果】

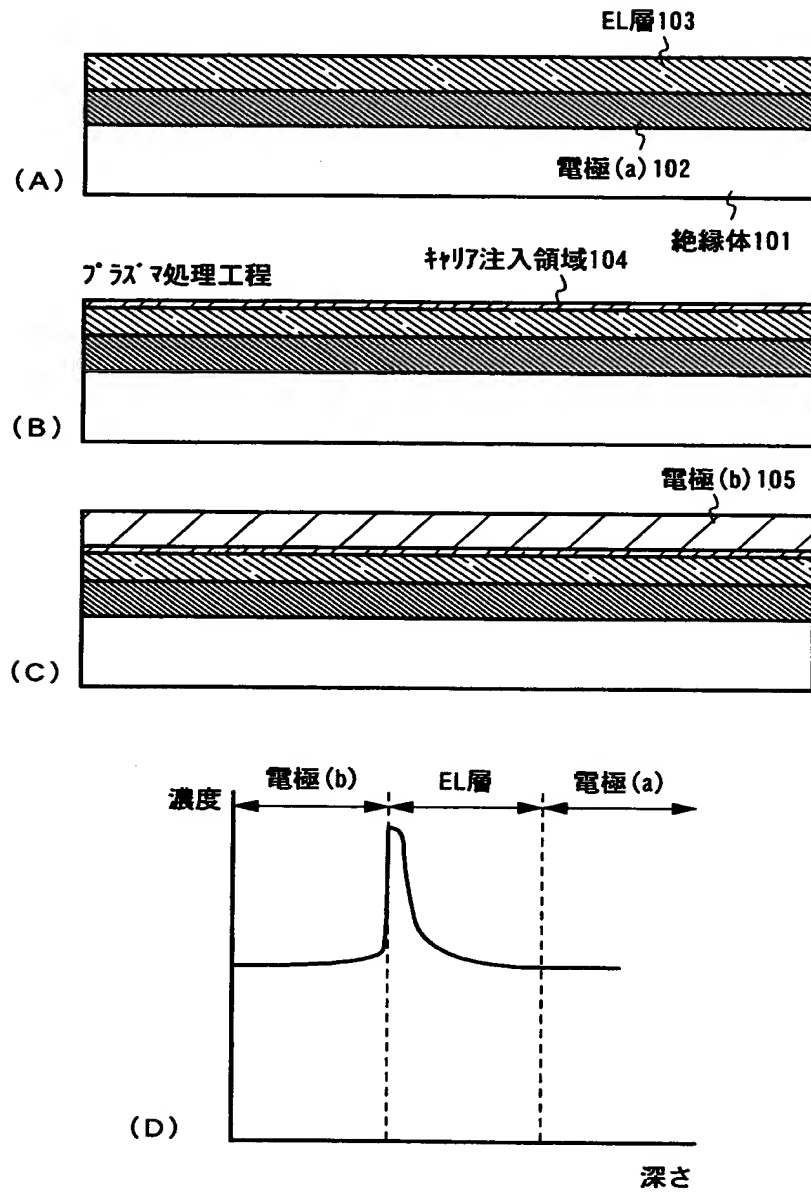
本発明を実施することでE L素子の性能を維持若しくは向上させつつ、積層数を低減することが可能となる。そして、E L発光装置の製造コストを低減し、安価なE L発光装置を提供することができる。さらに、それを表示部として用いた電気器具の製品コストを低減することができる。

【図面の簡単な説明】

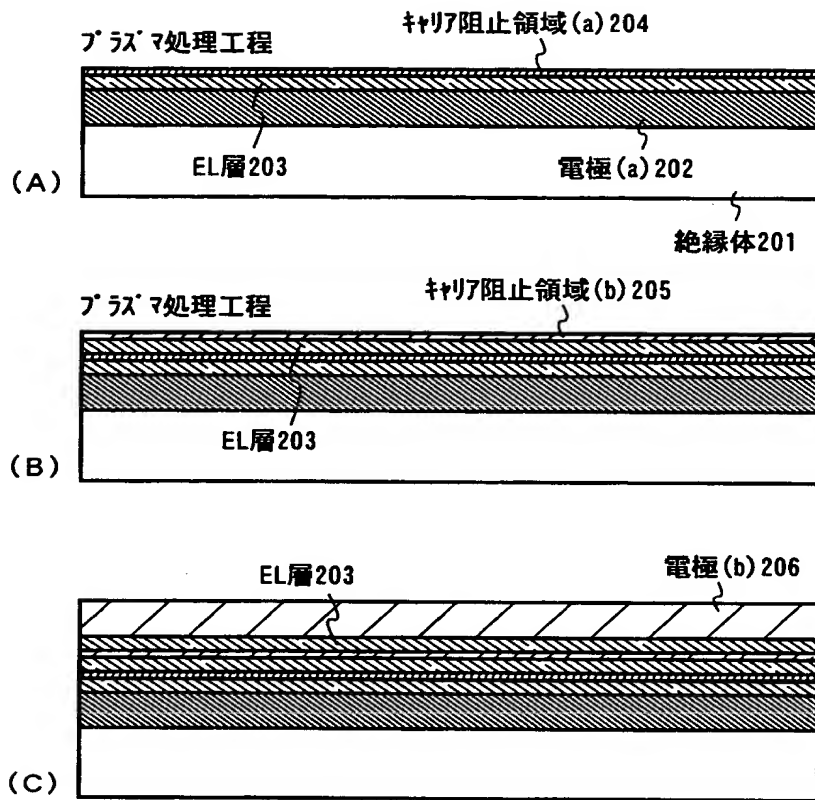
- 【図 1】      E L 層の作製工程を示す図。
- 【図 2】      E L 層の作製工程を示す図。
- 【図 3】      E L 素子のバンド構造を示す図。
- 【図 4】      発光装置の作製工程を示す図。
- 【図 5】      発光装置の作製工程を示す図。
- 【図 6】      発光装置の作製工程を示す図。
- 【図 7】      発光装置の作製工程を示す図。
- 【図 8】      成膜装置の構成を示す図。
- 【図 9】      電気器具の一例を示す図。
- 【図 1 0】    電気器具の一例を示す図。

【書類名】 図面

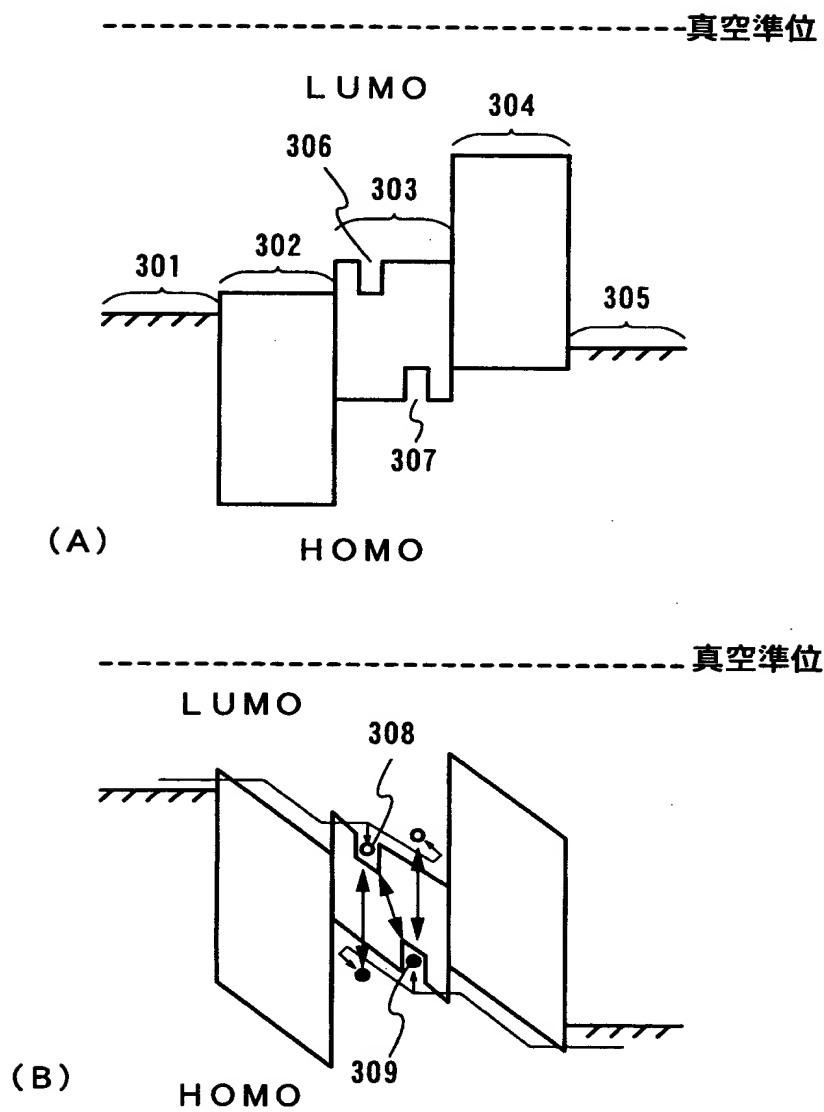
【図 1】



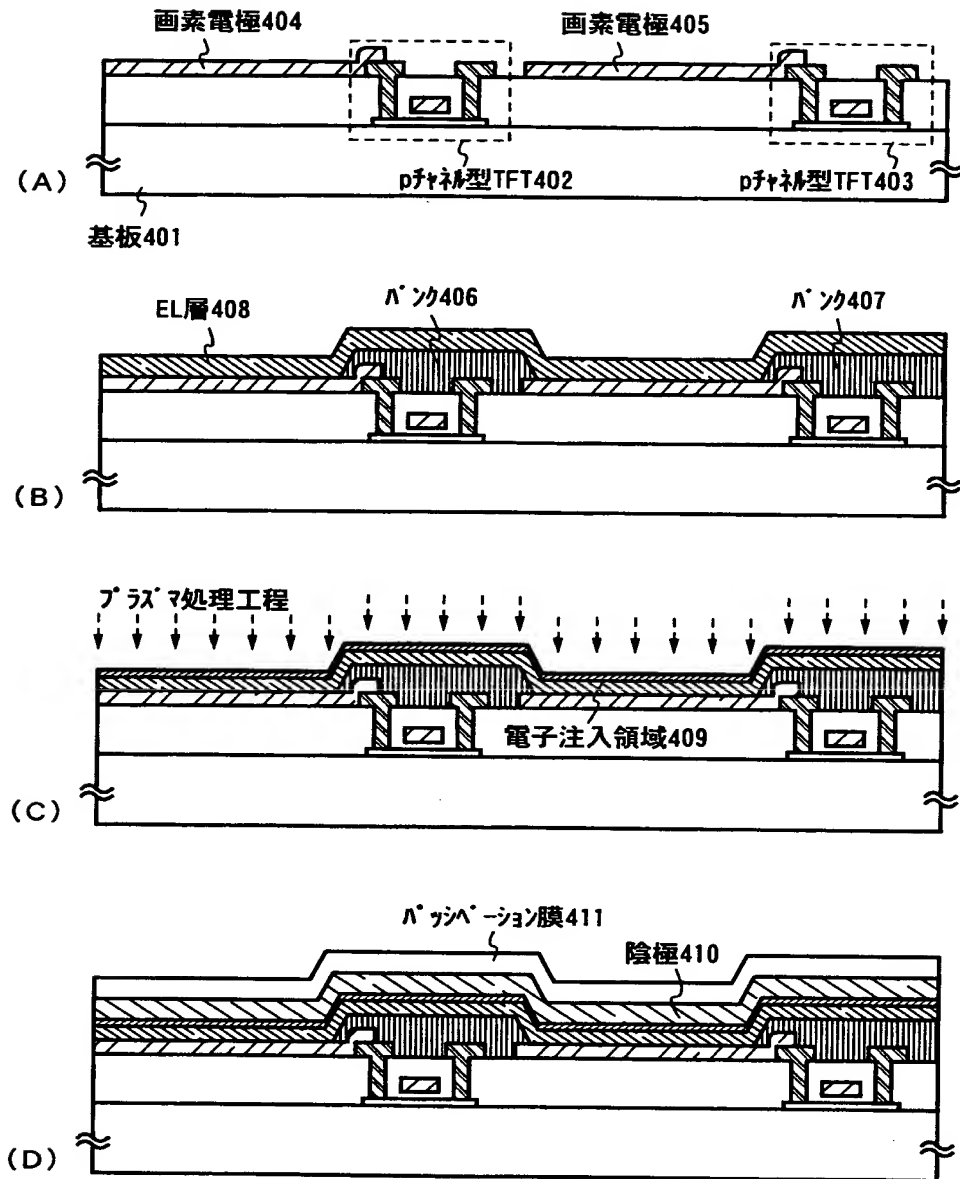
【図 2】



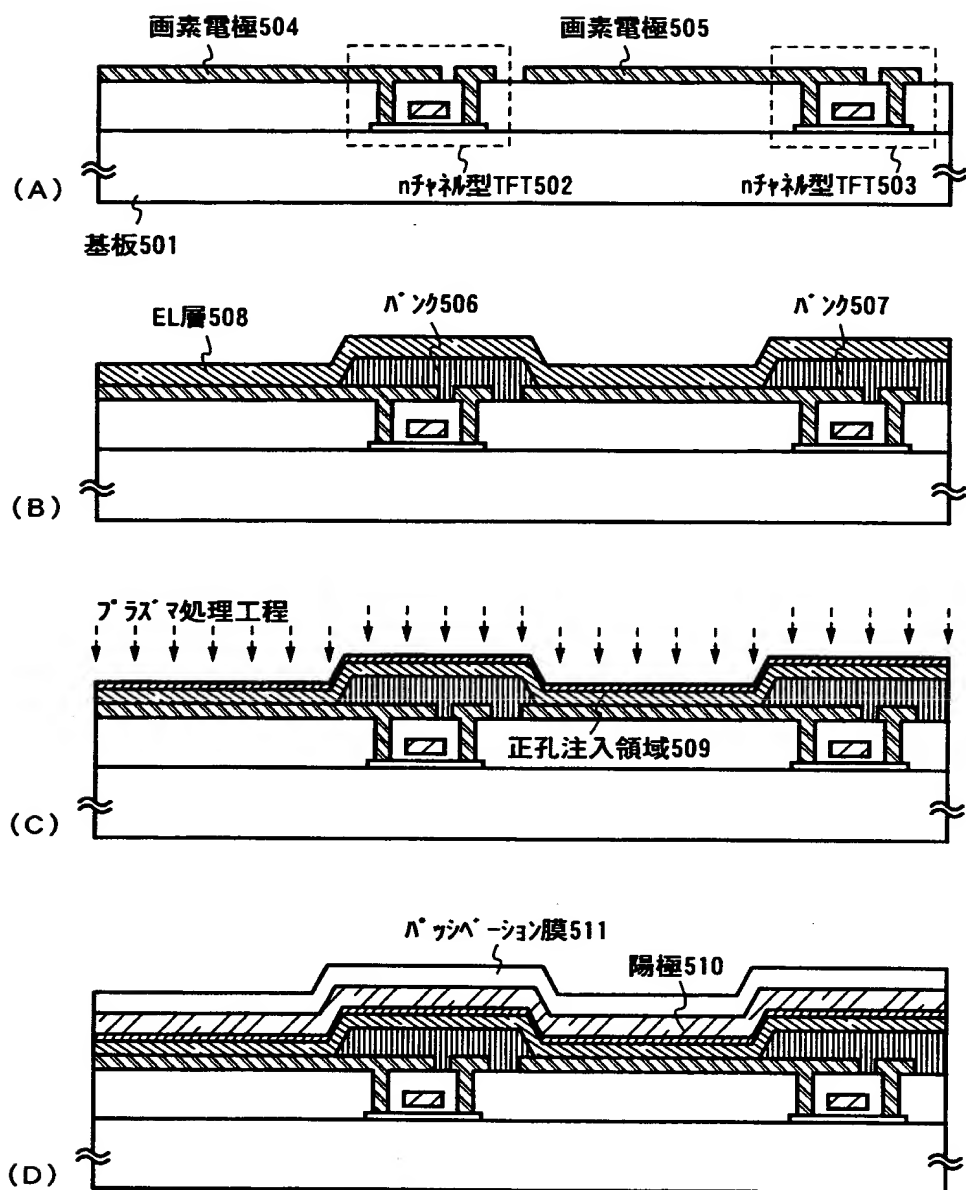
【図3】



【図 4】

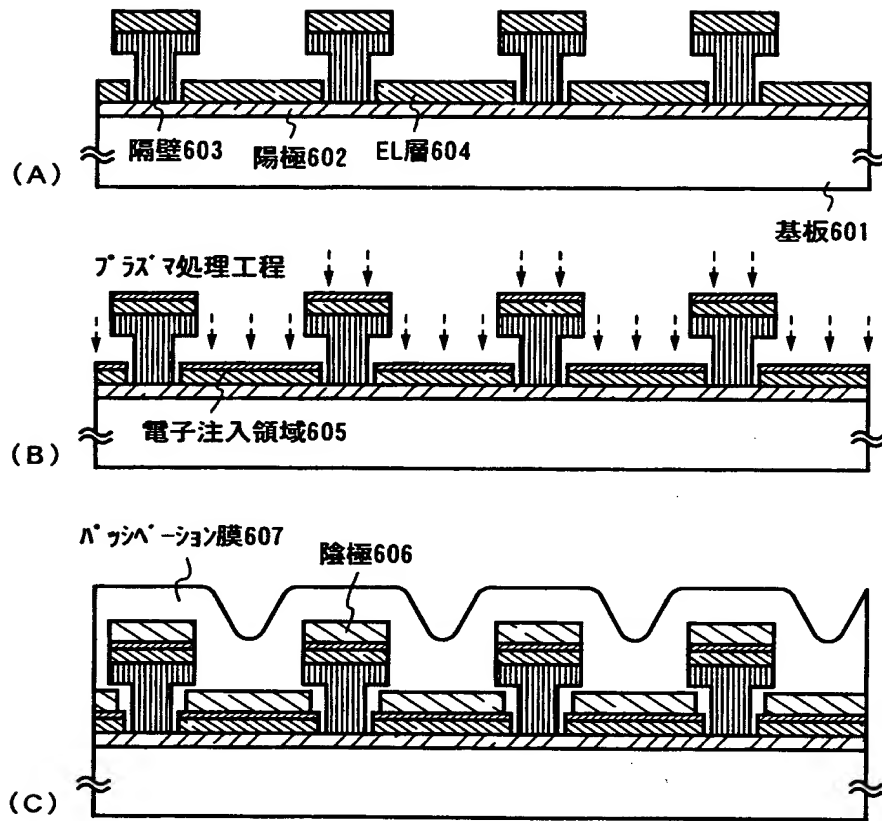


【図 5】

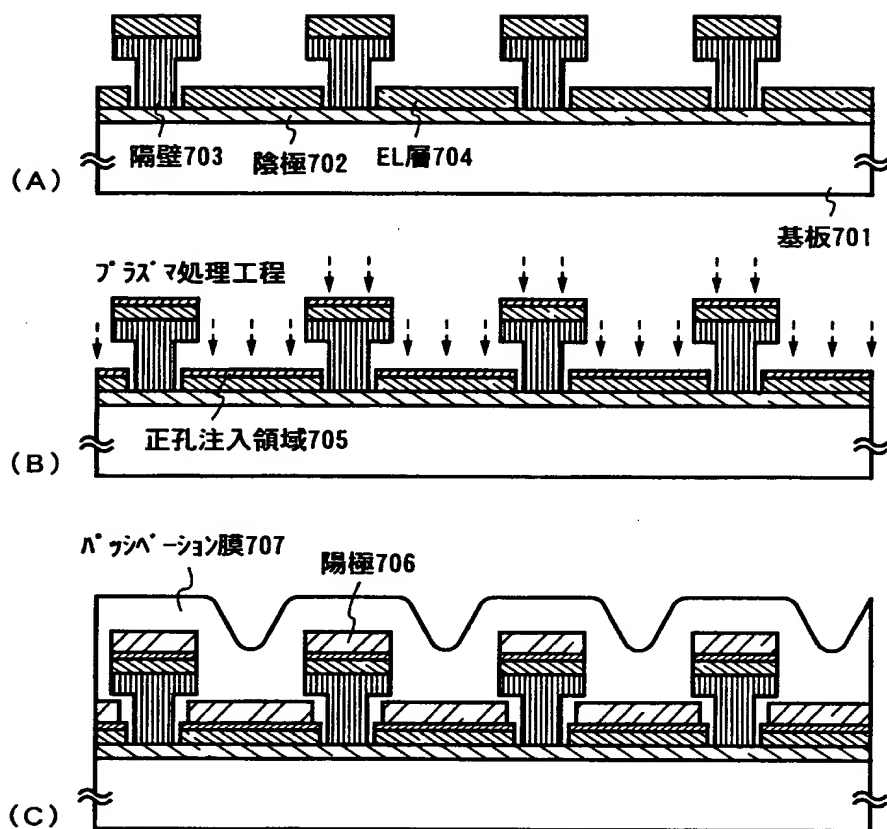




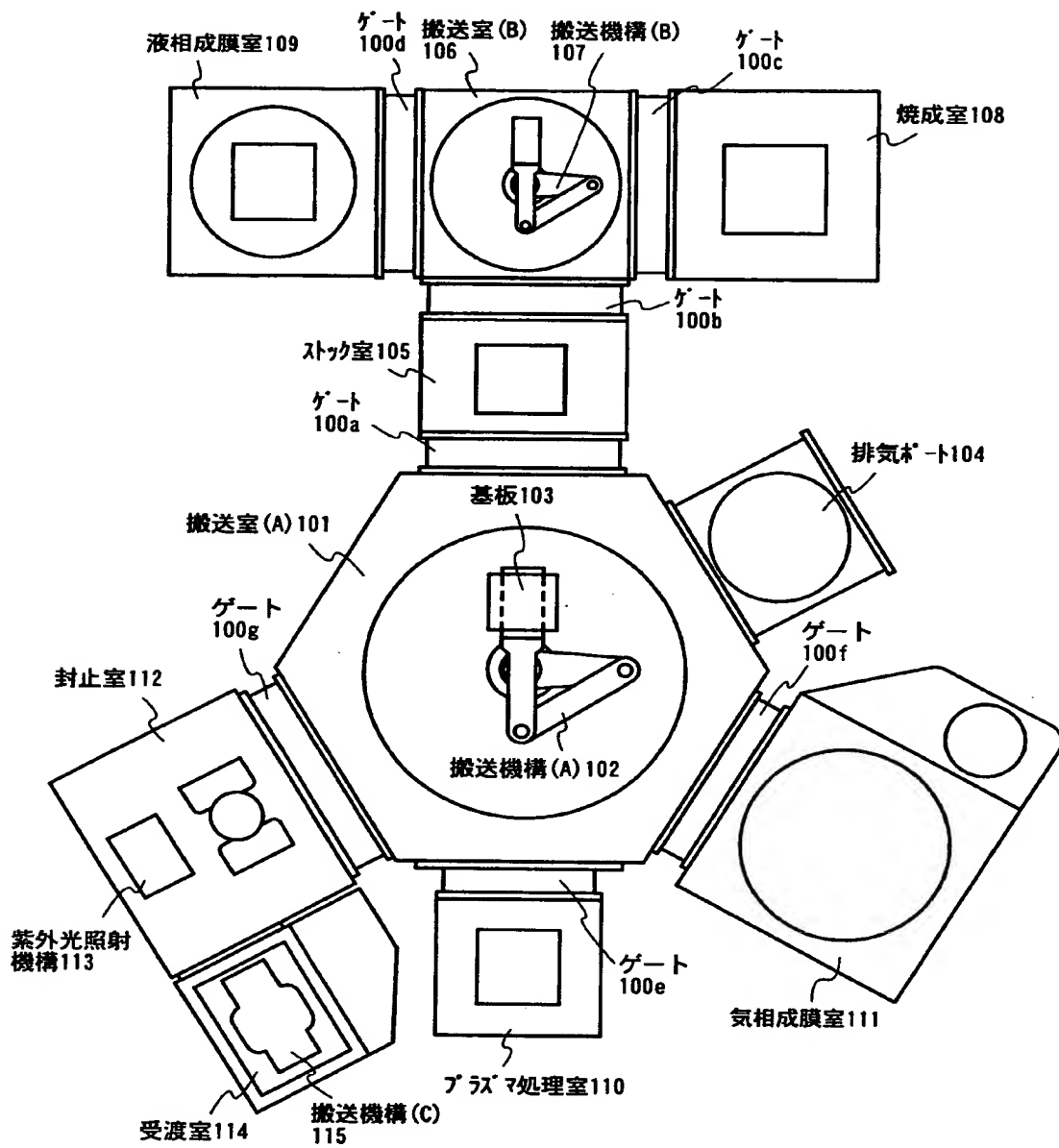
【図 6】



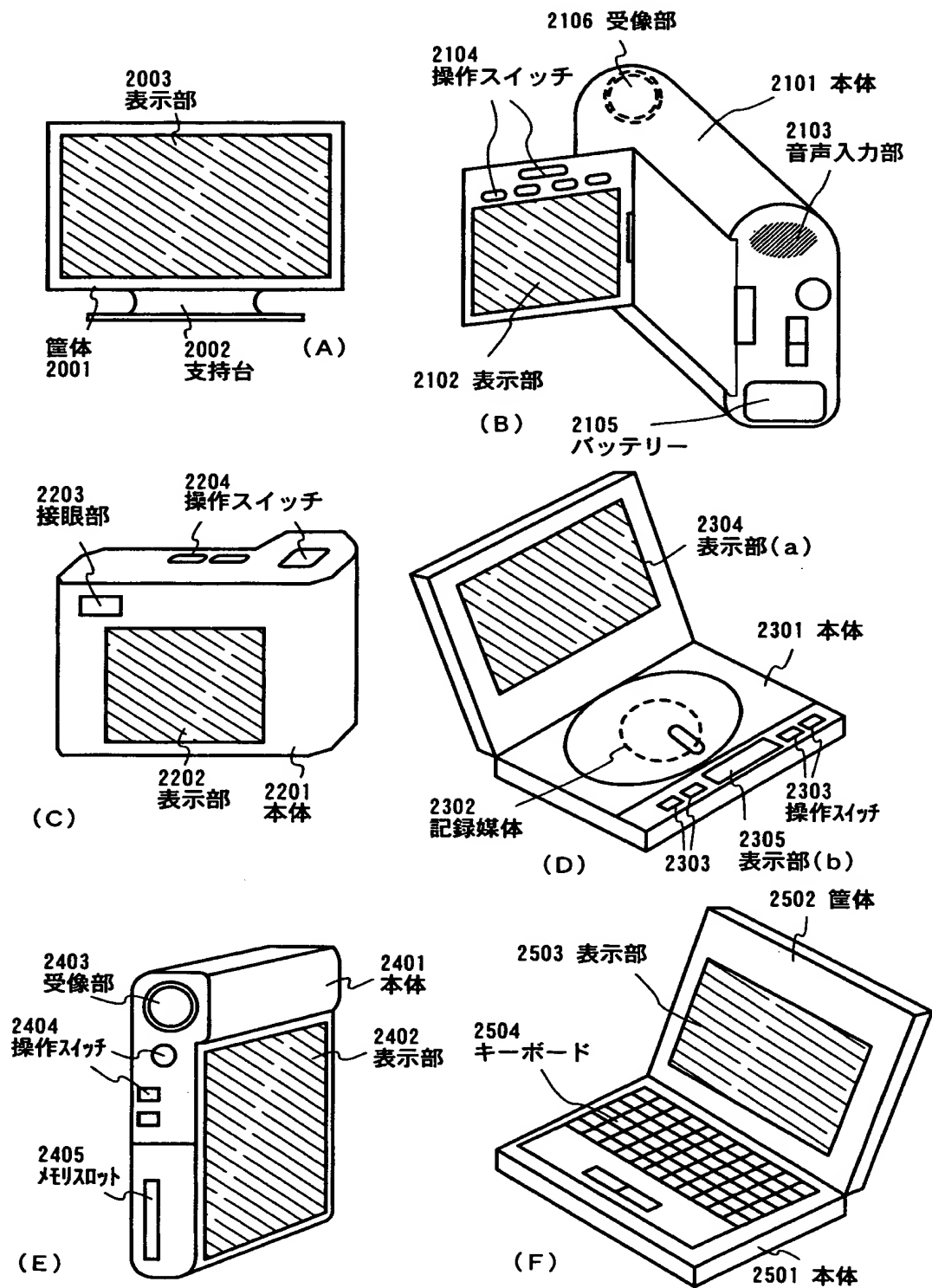
【図 7】



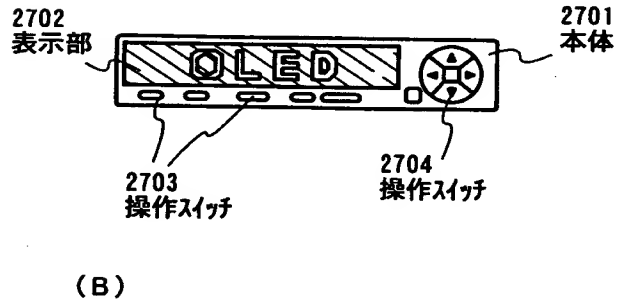
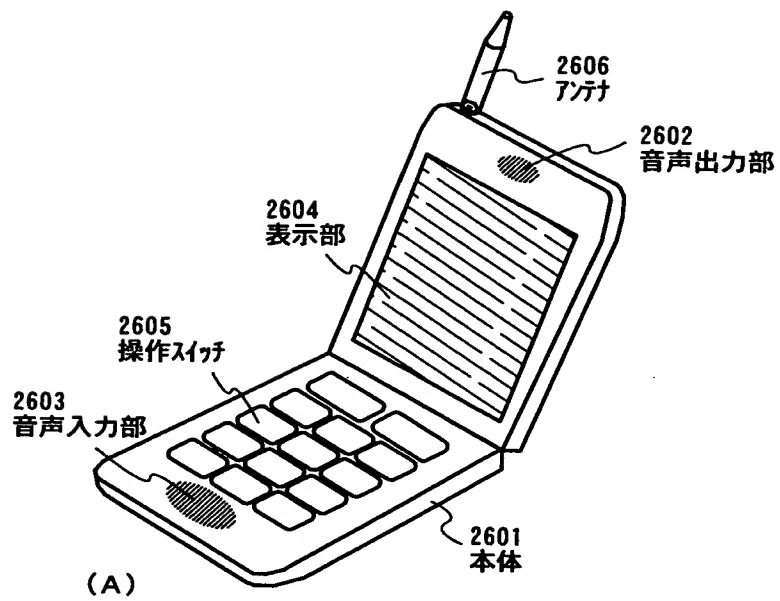
【図 8】



【図9】



【図10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 E L 層の積層数の低減を図り製造コストを低減する。

【解決手段】 絶縁体 1 0 1 上に電極 ( a ) 1 0 2、E L 層 1 0 3 が設けられ、E L 層 1 0 3 に対してプラズマ処理が行われる。これにより E L 層 1 0 3 の表面近傍にキャリア注入領域 1 0 4 が形成される。その上に電極 ( b ) 1 0 5 を形成して得た E L 素子は、E L 層 1 0 3 は実質的に単層でありながらキャリア注入効率の高いものとすることができる。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000153878]

1. 変更年月日 1990年 8月17日

[変更理由] 新規登録

住 所 神奈川県厚木市長谷398番地

氏 名 株式会社半導体エネルギー研究所